

컬러 매칭에 의한 폴리에스테르 직물의 심색효과

최연이¹ · 배기서¹ · 김용덕 · 박은희 · 홍영기[†]

건양대학교 공연의상학과

¹충남대학교 바이오응용화학부 유기소재섬유시스템전공

Application of Deep Black Color on Polyester Fabrics by Color Matching

Youn-I Choi¹, Kie-Seo Bae¹, Yong-Duck Kim, Eun-Hee Park and Young-Ki Hong[†]

Dept. of Costume Design, Konyang University, Nonsan, ChungNam 320-711, Korea

¹Dept. of Textile Engineering, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

(Received: November 12, 2009/Revised: December 10, 2009/Accepted: February 13, 2010)

Abstract— The deep black coloration of polyester fabrics was obtained by the physical properties of color and color mixing system. In this experiment, we have measured the absorbance and the reflectance of various disperse dyes for accomplishing the lowest lightness value and uniform reflectance, and new matching algorithm and computer color matching was made. The matching used both isomeric and metameric matching. The color matching of deep black color represented low lightness. Though actual reflectance of dyed polyester fabrics using these matching results was as high as theoretical one, low lightness value(L*) and uniform appearance were achieved.

Keywords: deep black color, polyester fabrics, disperse dye, color matching, matching algorithm

1. 서 론

인간이 느끼는 5감각 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 것이 바로 시각이다. 또 눈으로 느끼는 자극 중에서 어떤 대상을 구분하거나 판독하는데 있어서 색채에 의한 것이 많으며 깊게는 인간의 정서를 표현하거나 인식하는데 사용된다. 이처럼 색채는 인간과는 뗄 수 없는 깊은 관계를 가지고 있지만 이에 대한 연구는 아직 미진한 상태로 불과 수세기 전부터 연구를 진행해 오고 있다.

최근 들어 생활수준의 향상에 따른 관능특성이 우수한 천연섬유는 그 소비량이 날로 증가하고 있으나 한정된 자원으로 말미암아 수요를 충족시키지 못하여 합성섬유로 대체하고 있는 실정이다. 이러한 합성섬유를 천연섬유와 유사한 성능, 즉 관능적 성능을 갖도록 하는 기술이 필요하게 되었으며 그 주된 기술 중에 대표적인 것이 촉감의 개량과 색상의 개선이다.

특히 합성섬유 중에서 폴리에스테르 섬유는 우수한 드레이프성을 이용하여 부인, 신사의 정

장·예복으로 많이 이용되고 있다¹⁾. 그러나, 정장예복용 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 검정색의 폴리에스테르 직물의 경우, 섬유의 특성인 색의 깊이와 안정성이 없고 선명성이 떨어지는 성질을 갖기 때문에 천연섬유나 다른 섬유에 비해 아주 진한 검정의 심색을 구현하기가 매우 어렵다. 그 이유는 폴리에스테르 섬유 구조내부에 반응기가 거의 없어서 비이온계 분산염료로만 염색이 가능하며, 구조가 치밀하고 결정성이 높기 때문에 염착좌석이 적고 염료의 확산속도가 느리기 때문이다. 그리고 섬유의 굴절률이 1.74로 공기와의 굴절률차이가 커서 섬유 내부로의 빛의 침투가 어렵고, 용융방사되기 때문에 섬유표면이 평활하므로 형상이 단순하여 섬유와 공기와의 계면에서 빛의 정반사가 일어나 착색된 내부 반사광과의 혼합색으로 느껴져서 심색을 얻을 수 없게 된다²⁾.

한편, 폴리에스테르 섬유의 심색을 구현하기 위한 연구로는 원사개질측면에서 Miyou 등은 단면형질을 바꾸어 빛의 반사를 제어해서 발색성을 향상시키는 방법에 대한 연구를 하였

[†]Corresponding author. Tel.: +82-41-730-5436; Fax.: +82-41-730-5787; e-mail: ymhong@konyang.ac.kr

으며^{3,6)}, Sugelyo는 캐티온염료 가염화 폴리에스테르를 개발함으로써 분산염료보다 선명하고 분자흡광계수가 큰 캐티온염료로 염색함에 따라 보다 선명하게 염색된 폴리에스테르를 얻을 수 있다고 보고하였다⁷⁾. 또한, 일본 에스테르회사에서는 특수한 연신과 수축처리를 조합시키는 주름모양의 요철을 섬유표면에 형성시켜 섬유의 배열상태가 흑발색성 인자로서, 명도와외의 관계를 밝히고 있고⁸⁾, 토우(Tou)회사에서는 알칼리감량에 따른 미세한 요철구조를 섬유표면에 형성시킴으로써 섬유표면에 반사되는 빛의 비율이 감소하여 상대적으로 섬유 내부에서 착색광에 대한 비율이 증가되어 유채색에서는 선명하게 무채색에서는 심색으로 보이는 것을 고찰하였으며, 조건이 다른 알칼리감량가공에 의하여 표면을 조면화시킨 폴리에스테르 직물의 3차원 광택도와 그것을 염색한 후 명도와외의 관계에 대하여 연구하였다^{9,10)}.

그러나, 섬유산업에서의 색채에 대한 연구는 국내외의 경우 실험과 이론적으로 많이 연구되고 있으나¹¹⁻¹⁴⁾, 특히 국내의 경우는 염색 자동화 공정을 위한 장비들의 보유 현황에 비해 색채이론에 대한 연구들은 많지 않으며, 짙은 검정색을 구현하기 위해 고가의 블랙염료를 많이 사용하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 폴리에스테르 직물의 심색을 구현하기 위해서 색채의 물리적인 성질과 염료의 광학적 감산혼합 원리를 이용하여 여러 가지 염료들 중 명도가 낮고 균일한 반사율을 만들며 광원에 따른 색상변화인 메타머리즘을 최소화하기 위해 각 염료의 흡광도와 염색물의 반사율을 측정하여 매칭알고리즘을 작성, 기존에 현장에서 주로 사용하는 염착성 좋은 염료들로 칼라매칭을 시도해 보았고, 매칭에 따른 각 염료의 조합으로 이루어지는 심색의 결과를 고찰하였다.

2. 실험

2.1 재료

2.1.1 염료

본 실험에서 사용된 염료는 분산염료로 각 계열별 염료들의 type과 그 염료만이 가지는 최대흡수파장(λ_{max})을 Table 1에 나타내었다.

2.1.2 폴리에스테르 직물

폴리에스테르 직물은 KS K 0905에 규정된 섬유제품의 염색건뢰도 시험용 백색의 폴리에스테르 표준포를 사용하였으며, 이 직물로 매칭에 이용될 기초 데이터 작업을 하였다. 보통 심색직물로는 원사개질(크랙이나 요철)직물을 사용하나 심색직물로 최상의 직물이라 규정된 것은 없고, 이러한 가공되지 않은 직물을 이용하여 매칭한 후 매칭의 결과를 원사에 물리적인 가공처리한 직물을 적용하면 더욱 더 좋은 효과를 나타내리라고 기대되기 때문에 표준백포를 사용하였다.

Table 2는 본 실험에 사용된 폴리에스테르의 직물구조를 나타낸 것으로 L*는 명도값으로 각각 폴리에스테르직물의 명도값을 의미한다. 시료 1은 본 실험의 기초 데이터작업시 사용된 직물

Table 1. Disperse dyes used in this experiment

Color	Disperse dye	Classification	λ_{max} , nm
Red	C. I. Disperse Red 1	Monazo	484
	C. I. Disperse Red 60	Antraquinone	590
	C. I. Disperse Red 153	Azo	528
Blue	C. I. Disperse Blue 3	-	638
	C. I. Disperse Blue 56	Benzene monoazo	580
	C. I. Disperse Blue 60	Antraquinone	400
	C. I. Disperse Blue 79	Benzeneazo	546
Yellow	C. I. Disperse Yellow 3	Azo	400
	C. I. Disperse Yellow 54	Quinoline	484
	C. I. Disperse Yellow 82	methine	422
Orange	C. I. Disperse Orange 25	Monoazo	420
	C. I. Disperse Orange 29	Diazo	430
Violet	C. I. Disperse Violet 1	Antraquinone	550
	C. I. Disperse Violet 26	-	550
	C. I. Disperse Violet 33	Monoazo	492
Black	Foron Black RD-3G	-	580
	Lumacron Black M-R	-	562

Table 2. Type of polyester fabrics used in this experiment

Sample	Yarn		Weave	Weight loss	L*
	Warp	Weft			
1	75D	75D	plain	-	91.38
2	ITY	DTY	plain (peach skin)	-	91.02
	135D	150D			
3	ITY	DTY	plain (peach skin)	15%	92.89
	195D	150D			

이며, 시료 2, 3은 일반 심색화 직물로 사용되는 것으로 최종적으로 기초 데이터작업으로 매칭한 심색의 결과를 확인하는데 이용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 염료의 흡광특성

염색물에 의한 평가에 앞서 염료 자체의 흡광도에 의한 최대 흡수농도를 조사하여 이 흡수농도에 따른 각 염료의 고유 흡광계수를 알면, 이것을 통해 각 염료의 조합으로 각각의 파장에 대한 흡광도를 역으로 구할 수 있다.

따라서 염료의 흡광도를 알기 위해 증류수 100cc에 각각의 염료를 0.001, 0.002, 0.005, 0.009, 0.01, 0.012, 0.015%의 단계별로 용해시킨 뒤 염색조건과 같이 pH를 4~4.5로 맞추고, 염료가 잘 분산될 수 있도록 분산제를 1g/l를 첨가하여 UV/Vis Diode array 분광광도계로 측정하여 각각의 염료의 흡광도를 구하였다.

2.2.2 폴리에스테르 직물의 염색

폴리에스테르 직물염색에 주로 사용되는 염료를 사용하여 명도를 최대한 낮추고, 가시광선영역의 빛을 균일하게 흡수하여 편평한 반사율 곡선을 갖도록 하기 위해서, 염료별로 농도를 0.01~5.0%(o.w.f)까지 여러 단계로 구분하여 염색시험을 실시하였다.

2.2.3 염착량 측정

농도별로 염색된 직물에 사용한 염료의 양에 대해 실제 염착되어 있는 염료의 양을 확인하여 최적의 염료농도를 구하기 위하여 염색된 폴리에스테르 직물을 2회 수세한 후에 페놀 100% 용액에 용해시켜 용해액을 UV/Visible 분광광도계를 사용하여 흡광도를 측정하여 정량하였다.

2.3 분광분석

2.3.1 염료의 흡광도 측정

염료는 그 염료만이 가지는 고유파장에서 빛을 흡수하여 사람에게 다른 자극을 주며 보여지게 되는데 이러한 염료의 흡광특성은 각 염료의 고유값인 흡광계수로써 알 수 있다. 염료의 최대흡수파장과 각 파장에서의 흡광계수를 구하기 위해 반사율 측정에 비해 감도와 분해능이 높은 UV/Visible 분광광도계를 사용하고, 이때 자외선에 의한 영향은 무시하였다.

2.3.2 폴리에스테르 직물의 반사율 측정

반사율 측정은 CCM에서 사용되는 분광반사율측정기(Color Graph, Milton Roy Co., U.S.A.)를 이용하여 농도별로 측정하였다.

염료의 특성분석에 해당하는 흡광도 시험과 달리 직물의 색상과 심색도를 평가하기 위해 반사율 측정이 필요하며, 칼라매칭을 위한 사전작업으로서 염료별, 농도별로 염색된 직물의 반사율을 측정하고 K/S 값을 구하였다.

Fig. 1은 C.I. Disperse Red 60 염료로 염색된 직물의 농도별 반사율을 측정하여 나타낸 것이다.

3. 결과 및 고찰

3.1 흡광도에 따른 매칭분석

3.1.1 염료의 흡광계수

앞에서 측정한 각 염료별 흡광도를 이용하여 Lambert-Beer의 법칙을 활용하는 다음의 식 (1)에 의해 파장별 흡광계수를 계산하였다.

식에서, 농도(c)와 흡광도(A)를 알고 흡수층의 두께는 1cm이기 때문에 식(1)에서 흡광계수(ε)를 계산할 수 있다.

$$A = \epsilon c l \dots \dots \dots (1)$$

ε : 흡광계수
 c : 염료의 농도
 l : 흡수층의 두께
 A : 흡광도

Fig. 2에서 C.I. Disperse Red 60 염료의 최대 흡수파장에서 농도별 흡광도를 나타낸 것으로, 흡광도는 염료농도에 비례하며 최소자승법으로 fitting된 직선의 기울기로부터 흡광계수를 구하였다.

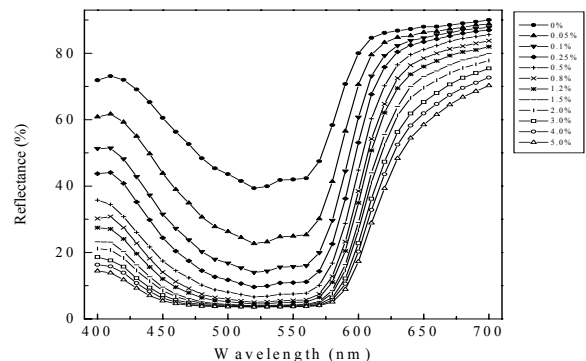


Fig. 1. Reflectance of polyester fabrics dyed with C.I. Disperse Red 60.

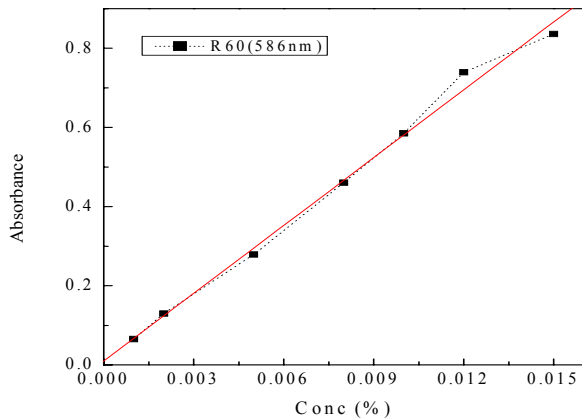


Fig. 2. Absorbance change at λ_{max} of C.I. Disperse Red 60 according to dye concentration.

3.1.2 흡광도에 따른 매칭

흡광도를 이용한 칼라매칭은 실제 산업현장에서 적용되지 않는 것이나, 염색될 물질의 상태(예, bright type, semi-dull type 등)에 관계없이 분산염료의 흡광특성을 이용한 예상값을 추정해 볼 수 있는 장점이 있어 실험하였다. 이를 위해 각 염료가 나타내는 최대흡수 파장 뿐만 아니라 가시광선 전영역에서의 흡광계수를 구하여 실험에 적용하였다.

질은 검은색은 분광반사율이 가시광선영역 전 구간에서 매우 편평하고 낮은 값을 보이며 표준 광원과 표준관찰자가 함께 고려되어 결정된다. 그러나, 흡광도를 이용한 매칭은 이러한 표준광원과 표준관찰자를 적용하기 어려워 염료 조합만으로 가시광선영역에서 투과율이 5%정도가 되도록 흡광분포를 가장 편평하게 설정하였다.

매칭 결과는 시험에 사용된 여러 염료들 중에서 가장 짙은 검정색을 나타낼 것으로 예측된 염료와 각각의 농도를 Table 3에 나타내었다.

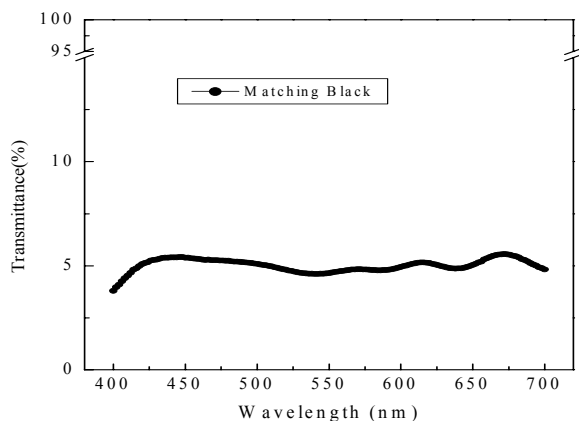


Fig. 3. Transmission of black matching according to wavelength.

Table 3. Various dye mixture concentration for black color matching

Dye	Conc(%)
Yellow 82	0.130
Blue 3	1.494
Blue 60	2.946
Violet 33	0.652

Fig. 3은 이렇게 매칭된 혼합염료의 흡광도를 투과율로 변환하여 나타낸 그림으로서, 투과율이 약 5%선에서 비교적 편평한 분광도 분포를 나타내었다.

이후 매칭된 염료조합으로 폴리에스테르 직물을 염색하였으며, 그 결과를 육안관찰한 결과 푸른빛을 띠는 염색물이 나타났다.

이는 염료의 분광흡수특성이 색상구현에 중요한 요소가 된다하더라도 실제 직물에 염색시에는 염착좌석이나 각 염료들의 염착속도 차이가 있기 때문에 동일한 조건으로 염색되지 못해서 발생한 현상으로 판단된다.

3.2 반사율에 따른 매칭분석

3.2.1 고농도의 K/S 값

산업현장에서는 심색화를 위해 10% 이상의 고농도로 염색하는 경우가 있으나, 본 연구의 목표는 광학적 매칭을 이용한 심색화에 있기에 염료의 최대 사용농도를 5%를 제한하여 실험하였으며, 농도 5%까지의 염료별, 농도별로 염색한 직물의 반사율을 측정하여 파장별 K/S 값을 구하였다.

일반적으로 염료농도에 따른 K/S값은 직선상으로 비례하는 것으로 알려져 있으나, 염료농도가 2% 이상의 고농도에서는 광학적 산란현상이 커져 직선으로 비례하지 않아 일원이차방정식을 적용하고 있다. 그러나, 3~5%의 고농도에서는 곡선이 다시 직선형태로 변환되기 때문에 새로운 함수를 구하는 것이 필요하다.

Fig. 4는 농도별 K/S 값을 원점을 지나는 일원삼차방정식으로 fitting한 결과이며, Fig. 5는 원점을 지나는 일원사차방정식으로 fitting한 결과를 보여준다. 그림에서 점선은 염료 농도변화에 따른 K/S값을 나타내며, 실선은 fitting된 함수의 그래프를 나타낸다.

그림에서와 같이 계산된 함수와 실험값의 편차 등을 고려할 때, 일원삼차방정식 보다는 일

원사차방정식이 실험값에 좀 더 근접하는 함수임을 알 수 있다.

따라서 본 실험에서는 고농도 염색의 매칭에 적용될 Calibration식으로 다음과 같은 원점을 지나는 일원사차방정식을 함수로 사용하였다.

$$K/S = \alpha_1 C^4 + \alpha_2 C^3 + \alpha_3 C^2 + \alpha_4 C \dots\dots\dots (2)$$

C : 염료의 농도

Fig. 6은 염료 Lumacron Black의 600nm 파장에서 K/S값을 구하기 위해 4차 함수 curve fitting 결과를 나타낸 것으로, 저농도(염료 2%)까지 농도의 K/S 값은 1차 함수에 대응하는 직선으로 나타내어 정확히 맞으나, 고농도인 5%까지는 4차함수로 fitting한 것이 적합함을 알 수 있다.

Fig. 7은 농도변화에 따른 염색포의 명도(L*)를 나타낸 것으로 각각의 염료의 농도가 증가함에 따라 명도는 급격히 떨어지다가 완만한

기울기를 보이고 있음을 알 수 있다. 따라서, 5% 이상 농도의 염료를 더 첨가해도 명도에는 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

3.2.2 폴리에스테르 염색물의 염착량 측정

Fig. 8은 농도별로, 각각의 염료로 염색한 폴리에스테르직물에 침투한 염료의 염착량을 알아보기 위한 것으로, 염색된 폴리에스테르 직물을 페놀 100%용액에 녹여서 각각의 흡광도를 측정하는 것이다. 그림에서 보면 농도가 증가함에 따라 흡광도가 증가함을 알 수 있다. 따라서 실제 염료도 농도가 짙어짐에 따라 염착량은 많아짐을 알 수 있다.

심색염료를 조합하는데 있어서 주로 사용되는 A광원과 D65광원 간의 메타머리즘 색차를 감소시키기 위해 Red계열의 염료보다는 Blue계열의 염료농도를 높여서 조합하는 것이 좋으며, 따라서 심색염료에 가장 많은 영향을 주는 C.I. Disperse Blue 79의 특성에 대하여 좀 더

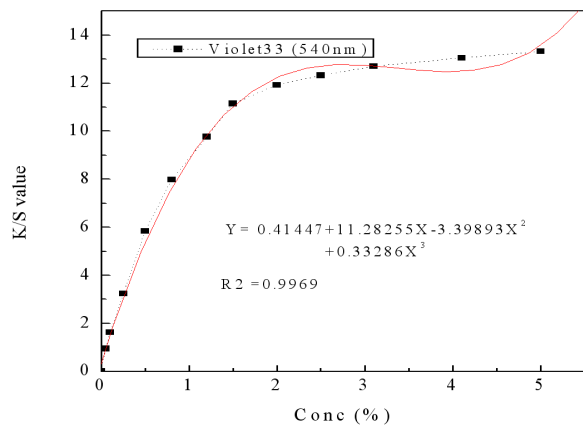


Fig. 4. Plot of K/S value of polyester fabrics dyed with C.I. Disperse Violet 33 fitted by 3rd polynomial.

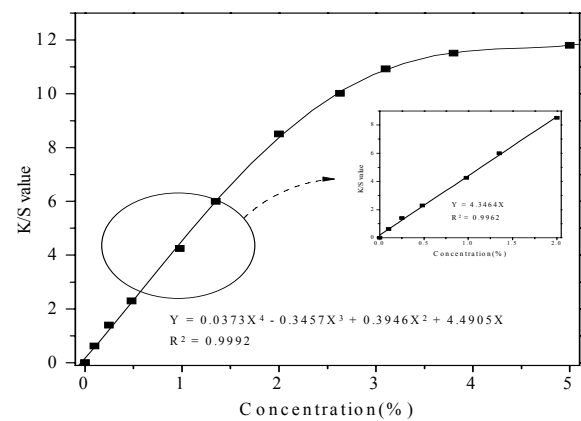


Fig. 6. K/S value of polyester fabrics dyed with C.I. Disperse Lumacron Black fitted by 4th polynomial equation.

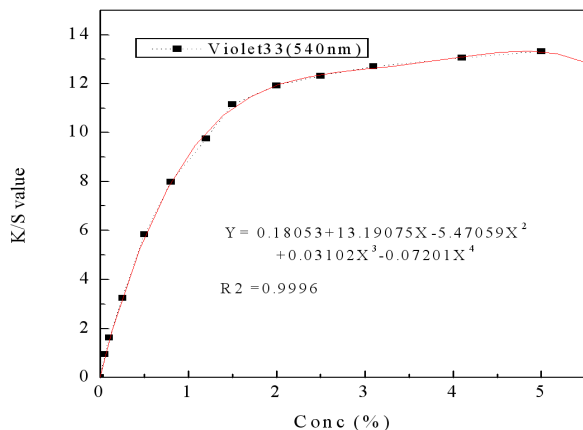


Fig. 5. Plot of K/S value of polyester fabrics dyed with C.I. Disperse Violet 33 fitted by 4rd polynomial.

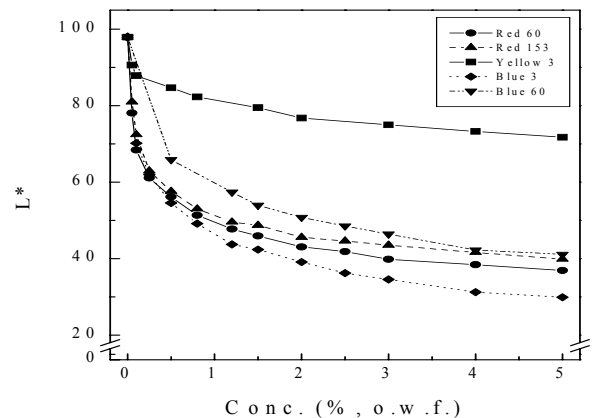


Fig. 7. L* of polyester fabrics dyed with various dye according to dye concentration.

관찰하였다.

Fig. 9는 농도 증가에 따른 C.I. Disperse Blue 79의 명도와 흡광도를 나타낸 그림이다. 농도가 증가함에 따라 흡광도가 증가하므로, 염착량이 증가함을 알 수 있으나, 이에 반해 명도는 4%미만에서는 농도 증가에 따라 현저한 감소를 보이지만, 4%이상에서는 명도가 완만하게 감소함을 알 수 있다.

이것은 폴리에스테르의 염착좌석이 충분히 존재하며, 폴리에스테르 내부에까지 염료가 침투됨을 알 수 있다. 그러나, 명도값이 일정한 것으로 보아 섬유내부로 깊이 침투되는 염료는 빛의 흡수에 크게 기여하지 못하는 것으로 볼 수 있다.

따라서 염료의 농도는 염착량이 증가해도 명도가 증가하지 않기 때문에 5% 이상의 고농도로 염색하는 것은 효율이 적고 견뢰도가 떨어지므로 염료조합에 의한 심색화 구현에서의 이상

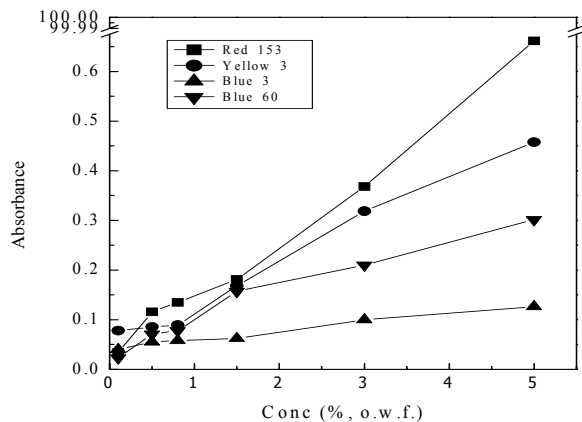


Fig. 8. Variation of dye extraction according to various dye concentration.

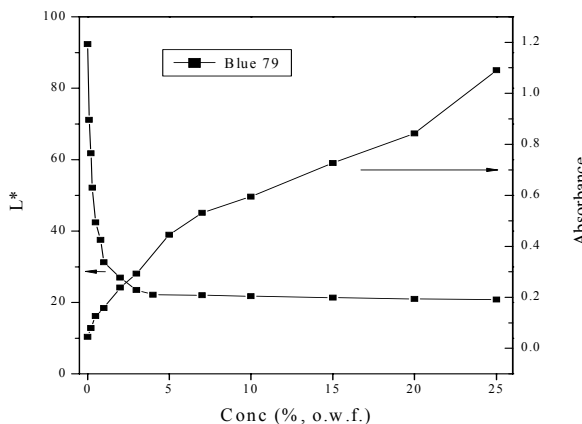


Fig. 9. Dye extraction and L* value of C.I. Disperse Blue 79 according to dye concentration.

적인 농도는 약 4% 전후가 될 것으로 판단된다.

Fig. 10은 농도가 증가함에 따라 C.I. Disperse Blue 79의 색상과 채도의 변화를 CIE a*b*평면에 나타낸 것이다.

a*는 +쪽으로 증가할수록 채도가 높은 red가 되고, -로 증가할수록 채도가 높은 green이 되며, b*에서 +는 yellow, -는 blue를 나타낸다. 채도는 원점에서부터의 거리를 의미하므로 이 염료는 농도의 증가에 따라 채도가 증가하다가 0.8% 농도부터 채도가 감소하기 시작하며, 색상이 붉은 색을 나타내다가, 농도를 높일 수록 무채색인 원점을 향해 가는 것을 알 수 있다. 하지만 greenish blue에서 redish blue로 변하는 것은 전체색으로 볼 때 상당히 미비함을 알 수 있다.

3.3 칼라매칭

3.3.1 Invariant match와 Conditional match 비교

칼라매칭의 종류는 invariant match와 conditional match가 있으며, 전자는 목표색상의 분광반사율을 일치시키는 방법이고, 후자는 특정한 광원과 관찰자 조건에서 ΔE값을 최소화 하는 매칭 방법을 의미한다.

Fig. 11은 red, yellow, blue의 기본 색상 염료를 이용하여 개발된 매칭알고리즘에 의해 도출된 두가지 매칭방법을 비교한 것이다.

그림에서 이들은 많은 차이를 보이고 있진 않으나 분광반사율로서는 conditional match 보다 invariant match가 좀 더 잘 맞는 것으로 보여지나, 실제 염색한 직물에서는 육안으로 색차를 느끼지 못할 정도로 유사한 결과를 나타냈다.

고농도에서의 칼라매칭은 저농도에서와는

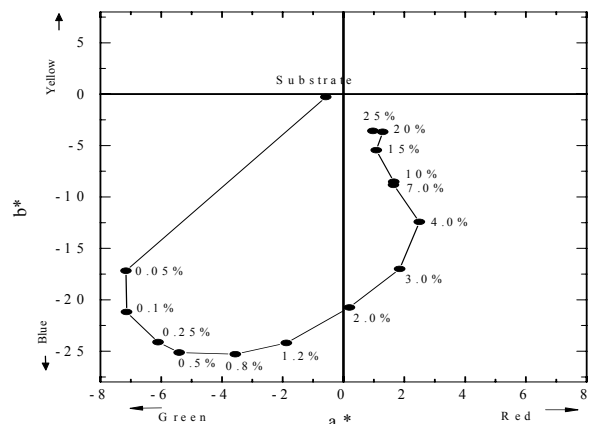


Fig. 10. Variation of hue and chroma of C.I. Disperse Blue 79.

달리 ΔE 값과 메타머리즘의 영향이 적어지므로 두 방법이 모두 큰 차이를 갖지 않을 것이며, 따라서 본 연구에서는 이후부터 두가지 매칭을 상호보완적으로 사용하였다. ΔE 값은 표준시료와의 색차값이다.

3.3.2 Basic color 염료를 사용한 매칭

Table 4는 Basic Color를 사용하여 매칭한 결과로 염료의 조합비와 농도, 조합된 염료로 염색된 직물의 반사율에 따른 명도를 나타내었다. 메타머리즘의 영향을 최소화하기 위하여 매칭시 red 염료보다는 blue 염료가 많아지도록 유도하여 결과를 도출하였다. 또한 C.I. Disperse Blue 79는 앞의 결과에서 4%이상의 농도를 가하여도 명도에 미치는 영향이 적으므로 가능한 한 4% 이상이 넘지 않도록 매칭작업을 수행하였다.

다음의 Fig. 12는 basic color 염료를 활용하여 매칭한 것으로 이론상의 반사율과 매칭된 조합비로 실제 염색한 염색포의 반사율을 비교한 것이다.

이론과 실제의 반사율 값에 차이가 있으며, 이는 폴리에스테르 섬유내 염착좌석의 한계로 포화 염착량 이상의 농도가 적용되었기 때문으로 생각되며, 이론과 실제 분광반사율의 형태가 다소 다르게 나타나는 것은 사용된 염료들 간의 입자크기와 염착속도 차이로 인한 결과로 보여진다. 이러한 차이는 단일 염료에 의해 얻어진 calibration식이 혼합염료계에서의 경우와 일치하지 않음을 나타낸다.

또한, 여러 가지 심색화방법 중에서 직물에 물리적인 가공 즉, 감량을 하거나 기모를 시킨 직물, 후가공기술인 저굴절화를 사용하여 변화를 관찰하였다.

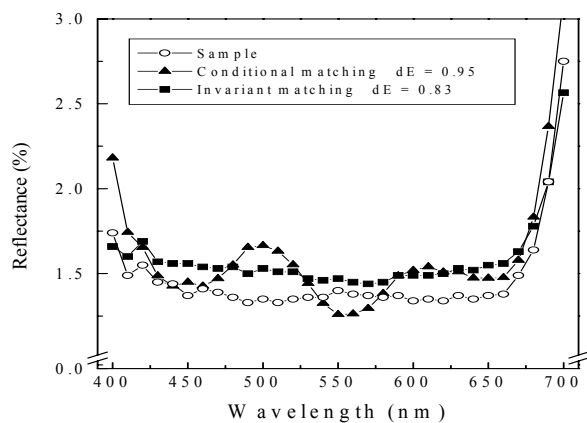


Fig. 11. Comparison conditional matching with invariant.

Table 4. Dye concentration of basic color matching

Dye	Conc(%, o.w.f.)
Blue 79	4.523
Blue 60	0.967
Blue 3	4.432
Yellow 3	4.011
Red 153	3.935

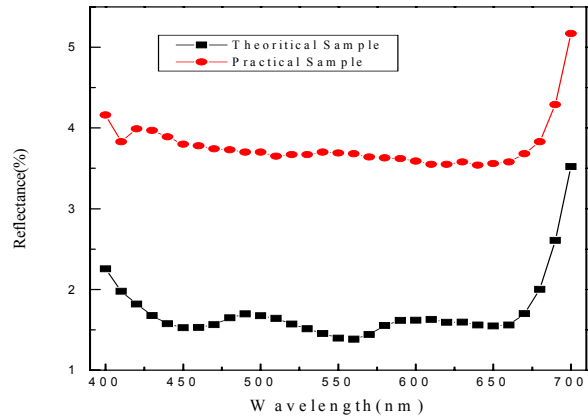


Fig. 12. Theoretical & practical reflectance of basic color matching.

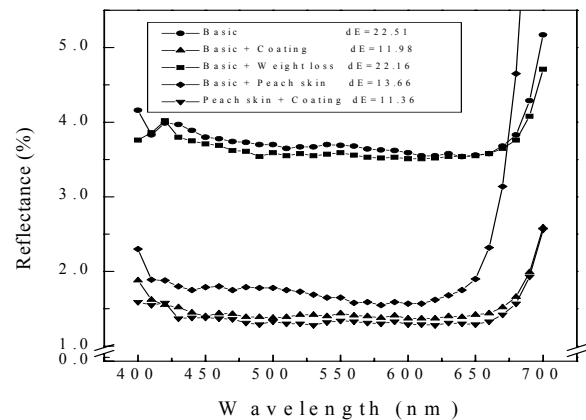


Fig. 13. Variation reflectances according to surface modification.

Fig. 13은 최종적으로 일반 직물에 basic color로 염색한 시료와 기존에 심색화 가공법으로 적용되는 저굴절화 실리콘 코팅처리 직물, 폴리에스테르의 감량(15%) 직물, 기모가공한 직물(peach skin), 기모가공후에 실리콘 코팅한 직물 등에 동일한 recipe를 적용한 염색물의 반사율을 측정하여 나타낸 것이다.

직물표면에 저굴절화를 시킨 것은 반사율의 저하를 보이지 않으나 원사의 물리적가공 즉, 표면을 감량가공한 것과 비표면적을 늘리기 위

해 기모시킨 직물의 경우 염료의 많은 침투와 빛의 반사를 억제하여 빛의 흡수가 더욱 많아져 심색화를 증가시킬 수 있다. 즉, 실험에서 기모가공한 직물을 염색하여 저굴절수지 코팅을 한 것이 가장 낮음을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 분산염료를 농도별, 색상별로 반사율을 측정하고 K/S값을 계산한 뒤 색채 혼합 이론을 적용하여 폴리에스테르 직물의 심색화를 위한 칼라매칭알고리즘을 제작하고, 매칭을 시도하여 짙은 검은색의 염색조합비를 만들었으며 폴리에스테르 시험직물에 염색하여 심색화 결과를 관찰하였다. 그 과정에서 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1. 심색의 칼라매칭에 사용되는 K/S 함수는 2%(o.w.f) 이상의 고농도에서 비선형적인 함수가 되며, 4차함수로 fitting함으로써 5%(o.w.f)까지의 적합한 calibration curve를 얻을 수 있다.
2. 칼라매칭 알고리즘의 설계는 메타머리즘을 최소로 할 수 있는 invariant match 방법이 conditional match에 의한 것보다 비교적 좋은 결과를 나타내었으나, 결과에서 큰 차이가 나타나지 않는다.
3. 염료의 농도가 25%(o.w.f)까지 증가함에 따라 분산염료의 염착성 또한 지속적으로 증가하지만, 일정 농도 이상부터는 섬유 표면에서의 빛의 흡수가 급격히 감소한다. 이로써 폴리에스테르 섬유 내부로 깊이 침투된 염료는 빛의 흡수에 관여하지 못함을 알 수 있다.
4. 시판중인 Black 계열의 염료 사용없이 기존의 원색 염료를 5% 이하로 제한하여 설계한 심색화 칼라매칭 방법은 비교적 좋은 결과를 나타내지만, 상업적인 정도의 심색화는 물리적인 가공방법과 시판중인 black 염료를 사용한 제품에 비해서는 다소 떨어지는 결과를 나타낸다.

참고문헌

1. T. J Mahar, R. C. Dhingra, and R. Postle, Measuring and Interpreting Low-Stress Fabric Mechanical and Surface Properties: Part I: Precision of Measurement, *Text. Res. J.*, **57**(6), 357-369(1987).

2. R. K. Gupta and K. F. Auyeung, Crystallization in polymer melt spinning, *J. Appl. Polym. Sci.*, **34**(7), 2469-2484(1987).
3. J. A. Yu, and J. W. Kim, Increase of Color Depth of Poly(ethylene terephthalate) Micro Fiber Fabric by Corona Discharge and Low Temperature Plasma Treatment, *J. Korean Fiber Society*, **30**(12), 903-910(1993).
4. A. N. Gent and G. R. Hamed, "Encyclopedia of Polymer Science and Engineering", vol. 1, p.476, John Wiley & Sons, New York, 1985.
5. C.N.Choi, J.B.Kim, and S.Y.Kim, Surface Modification of Polyester by UV-irradiation with Oxidizing Agent, and Its Adhesion Property, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dyers & Finishers)*, **11**(4), 50-56 (1999).
6. T. Wakida, S. Tokino, S. Niu, H. Kawamura, Y. Sato, M. Lee, H. Uchiyama, and H. Inagaki, Surface Characteristics of Wool and Poly(ethylene Terephthalate) Fabrics and Film Treated with Low-Temperature Plasma Under Atmospheric Pressure, *Text. Res. J.*, **63**(8), 433-438(1993).
7. S. K. Pal, R. S. Gandhi, and V. K. Kothari, Effect of Comonomer on Structure and Properties of Textured Cationic Dyeable Polyester, *J. Appl Polym Sci*, **61**(3), 401-406(1996).
8. M. D. Teli, and B. R. Rao, The Effect of Heat Setting on the Dyeability of Differentially Dyeable Polyester Fibres, *J. Soc. Dyers Colour.*, **112**(9), 239-241(1996).
9. H.L. Needles, D.B. Brook, and J. H. Keighley, How Alkali Treatments Affect Selected Properties of Polyester, Cotton, Polyester/Cotton Fabrics, *Textile Chem. Color*, **16**(2), 48-54(1984).
10. M.E. Knotts and K.A. O'Donnell, Measurements of Light Scattering by a Series of Conducting Surfaces with One-dimensional Roughness, *Optical Society of America*, **11**, 697-710(1994).
11. R.S. Berns, F.W. Billmeyer, and M. Saltzman, "Principle of Colour Technology", 3rd Ed., John Wiley, New York, pp.54-85, 2000.
12. R. McDonald(Ed.), "Color physics for industry", The Society of Dyers and Colorists, pp.63-96,

- 1987.
13. D.G. Duff and R.S. Sinclair, "Giles's Laboratory Course in Dyeing", 4th Ed., The Society of Dyers and Colorists, p.11, 1990.
14. E. J. Lee, S. H. Jeong, B. S. Lee, B. H. Lee, and J. Y. Jaun, Color Depth of PET Fabric with Nano Sized Metallic Powder, *J. Korean Fiber Society*, **39**(1), 67-71(2002).